

2. Закарян И., Филатов И. Интернет как инструмент для финансовых инвестиций. СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2000. 256 с.: ил.
3. Козье Д. Электронная коммерция: Пер. с англ. М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 1999. 288 с.: ил.

Кулигин В.А.  
Кривоносов С.Т.

## **ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТОВ СКОРОСТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА НИЖНЕТАГИЛЬСКОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ**

В эру научно-технического прогресса строительное производство приобрело ряд характерных черт. К таковым относятся существенное усложнение производственного процесса и повышение требований к нему. Приходится создавать не просто отдельные объекты, а сложные производственные комплексы, представляющие собой качественно новый этап развития технических систем. Комплексы могут дать существенно больший эффект, нежели предшествующие им традиционные системы. Но и трудности им сопутствуют несоизмеримо большие. Кроме того, комплексы являются весьма дорогими объектами. Следовательно, и ошибки в их проектировании и строительстве могут обернуться очень большими потерями.

В таком сложном, ответственном деле, как создание, испытание и эксплуатация комплексов, нужна строгая научная база и опора на научные принципы организации и управления сложными системами.

Многие из этих принципов нашли применение в проектах, реализованных на Нижнетагильском металлургическом комбинате (НТМК) при скоростном строительстве в 1967-69 гг. доменной печи № 6 и при строительстве в 1977 г. первой очереди цеха прокатки широкополочных балок мощностью 1 миллион тонн проката в год, который до сих пор остается единственным в России. На примере этих проектов можно рассмотреть основные принципы создания сложных технических систем.

Для разработки и постройки обычных систем давно начали складываться конструкторско-технологические схемы. При переходе к комплексам они претерпели значительные изменения. Теперь мы, по существу, имеем три сопряженные, тесно взаимосвязанные, большие, сложные системы, вовлеченные в единый макрокомплекс, – сам комплекс, множество конструкторских, испытательных, научных и производственных организаций, образующих проектно-технологический комплекс, процесс создания комплекса от формирования требований к нему до внедрения в эксплуатацию. После окончания этого процесса добавляется четвертый комплекс – эксплуатационный.

Как самому комплексу, так и сопряженным с ним системам (в том числе процессу строительства) свойственны характерные особенности:

1. Проектирование, постройка и испытания комплекса требуют несоизмеримо больших затрат труда, чем создание любого некомплексного технического объекта. Ведь скачок от средних систем к комплексам сопровождался не только значительным увеличением числа компонентов и связей между ними, но и качественными изменениями всей структуры. Именно это и есть главное в объяснении трудностей, возникающих при создании комплексов. Так, в строительстве комплекса доменной печи принимали участие 8 строительных и специализированных управлений и предприятия производственной базы треста “Тагилстрой”, 9 строительных и специализированных управлений организаций Главсредуралстроя, 13 специализированных организаций Минмонтажспецстроя СССР, 2 специализированных организации Минтрансстроя СССР, 1 специализированная организация Минэнергостроя СССР и Минприборостроения. Рабочие чертежи выполнялись 35 проектными организациями.

2. Одна из существенных особенностей создания комплекса — крупномасштабность целей. Каждый комплекс играет весомую роль в масштабах региона, отрасли и даже всего народного хозяйства.

Цель комплекса сводится либо к решению на совершенно новом качественном уровне пусть привычных, старых, но очень актуальных задач, либо к получению принципиально новых технических результатов, достижение которых иными путями просто невозможно. Строительство доменной печи и первой очереди цеха прокатки широкополочных балок выполнялось в рамках проекта реконструкции и развития Нижнетагильского металлургического комбината, имеющего важнейшее значение для народного хозяйства страны.

3. Ориентация на преодоление технических барьеров. Чтобы было принято решение о создании большой сложной системы, необходимо наличие на пути развития соответствующей отрасли некоего барьера, преодолеть который можно только путем привлечения новых систем, кардинального улучшения управления, внедрения механизации, существенного усовершенствования организации. Например, проект строительства доменной печи был уникален, поскольку в практике домностроения строительство доменных цехов с первой печью объемом 2700 м<sup>3</sup> осуществлялось впервые, поэтому никаких аналогов не имелось. Кроме того, общая продолжительность строительства составила 24 месяца, а для подобных объектов это очень короткий срок. Мощность же сооруженного стана в несколько раз превысила мощность обычного завода металлоконструкций, а его продукция позволила значительно экономить металл и повысить эффективность производства.

4. Разработка малых систем опиралась прежде всего на детальный анализ, на растущую специализацию задач и методов. Разработка больших систем, напротив, предполагает интеграцию, синтез, рассмотрение различных сторон явлений, то есть системный подход. При реализации проектов скоростного строительства на НТМК необходимость интеграции была учтена при разработке организационной структуры управления (создание штаба строительства, постоянная координация хода выполнения работ).

5. В отличие от предшествующих систем, в которых технологический процесс осуществлялся как бы рывками, с промежуточными паузами, остановками, отрицательно сказывающимися на результатах, в комплексах непрерывность является органическим свойством. Многие подсистемы комплекса, а главное, его управление, должны обеспечивать эту непрерывность, сглаживать стыки, соединяющие этапы технологического процесса. Непрерывность технологических процессов должна обеспечиваться широким применением эффективных механизмов и автоматических устройств.

6. Иерархичность – это единственно возможная форма построения сложных систем. Компоненты комплекса изображаются в виде блоков, соединенных между собой линиями. Каждый блок состоит из целого ряда подсистем, те, в свою очередь, - из узлов, узлы - из элементов.

Так, при строительстве цеха прокатки широкополочных балок было организовано 8 подкомплексов: здание цеха прокатки; нагревательные печи; становой и скрапной пролет; холодильники и балкоотделка; электротехнический подкомплекс; отдельные здания; железнодорожное хозяйство и связь; внешние сети, автодороги и благоустройство.

Появление комплексов сопровождалось существенным развитием иерархичности систем. Этот принцип проник не только в организацию, но и в управление, чего в прежних системах не было. Обусловлено это многими причинами.

Во-первых, число элементов, входящих в комплексы, стало почти астрономическим.

Во-вторых, изменился облик и состав блоков-компонентов. Все они стали несоизмеримо сложными.

Третья особенность структуры заключается в том, что крупные компоненты комплексов имеют определенную автономию (в «малых» и «средних» системах этого нет). Компоненты решают самостоятельную, хотя и ограниченную, производственную или иную задачу, обеспечивают осуществление того или иного этапа технологического процесса. Иногда один этап выполняется с помощью нескольких систем, которые объединяются в один блок-компонент.

Однако комплекс – это единый неразрывный механизм. Ни один компонент в отдельности не может выполнить задачи, поставленные перед комплексом.

В блочных схемах отражена большая роль связей, стыков и взаимодействий. Нарушение этих связей приведет к распаду системы, превращению ее в конгломерат. Поэтому соединения и коммуникации должны рассматриваться как важнейшие, неотъемлемые части всей структуры. Для этих целей в схеме организации строительства комплексов на НТМК были предусмотрены службы связи и диспетчерская служба, все объекты стройки были обеспечены громкоговорящей связью.

Организация макрокомплекса и управление им воздействуют не на одну, а на все три сопряженные системы, обеспечивая достижение поставленной при проектировании цели.

Цель эта – не просто построить комплекс, а создать высокоэффективный комплекс в установленный плановый срок (а еще лучше сократив его) при минимальных затратах. Главное здесь то, что комплекс должен строго соответствовать всем поставленным требованиям.

Для того чтобы реализовать прирост эффективности и, следовательно, оправдать создание комплекса (а затраты на их создание весьма велики), нужно обязательно выполнить принципы комплексного подхода, осуществить множество условий:

1. Правильно выбрать все подсистемы.
2. Обеспечить хорошую взаимосвязь между частями. При строительстве комплекса надо в первую очередь обеспечивать надежное сопряжение этапов и участков друг с другом. Переход с одного этапа или участка на другой должен происходить плавно, без скачков и разрывов. При этом в задачу управления также должно входить обеспечение непрерывности технологического процесса. Если на одном из этапов возникают задержки или, наоборот, процесс чрезмерно ускоряется, должны быть приняты немедленные меры к устранению нарушений как того, так и другого вида. Ведь сложной работе комплекса противопоказаны не только заторы, но и местные неожиданные ускорения; и те и другие способны нарушить весь ритм работы.

3. Нужно иметь очень хорошее управление всеми этими частями и комплексом в целом, так как увеличение количества элементов и числа взаимосвязей повлекло за собой значительное усиление возмущающих факторов. Как ни парадоксально, сложные системы подвержены воздействию возмущений и помех в гораздо большей степени, чем простые системы.

4. Управление должно быть ориентировано на требуемую эффективность.

5. Должно быть максимально снижено применение ручного труда, представляющего собой серьезное препятствие на пути расширения производства. Поэтому одна из задач, поставленных при организации комплексов, сводилась к резкому снижению доли ручного, малоквалифицированного труда, исключению трудоемких операций по транспортировке, складированию и установке изделий и деталей.

6. Все части, все системы и объект в целом должны иметь очень высокую надежность. Чем сложнее система, чем больше в ней деталей и соединений, тем выше возможность отказа какого-нибудь элемента. А ведь эффективность и надежность тесно связаны друг с другом.

Все эти вопросы сплетаются в один общий узел и могут быть решены только с помощью очень совершенной организации коллективного труда. Именно она – стержень всего процесса.

В обеспечении этих требований заключается одна из серьезнейших проблем создания комплексов.

В ходе строительства доменной печи и цеха прокатки широкополочных балок большое внимание было уделено обеспечению непрерывности и бесперебойности производственного процесса. С этой целью был осуществлен целый ряд мероприятий:

- разработка комплексного и поузлового сетевых графиков строительства;
- выделение предельных ассигнований в целях организации трехсменной работы;
- сосредоточение основных сил и средств на критическом пути строительства;
- использование поточного способа ведения работ;
- разработка графиков поставки оборудования, приборов и автоматики, кабельной продукции и проводов;
- контроль за поставкой на строительство металлопроката, труб, лесных и строительных материалов;
- контроль за своевременным поступлением строительных машин, механизмов, электрооборудования и автотранспорта;
- контроль за разработкой проекта производства работ в полном объеме в установленные сроки;
- организация комплексных групп проектировщиков и сметчиков для оперативного решения проектных вопросов, возникающих в процессе выполнения строительно-монтажных работ.

Параметры и сроки строительства были заданы директивно, чем обеспечивалась нацеленность управления на требуемую эффективность. Ей также способствовало широкое применение методов планирования.

Планирование работ каждого строительного и монтажного управления на предстоящий квартал и ежемесячных планов производилось по линейным графикам, составленным на основе сетевых графиков, с учетом увязки работ со смежными организациями и наличия материально-технических ресурсов и оборудования. Планы рассматривались и утверждались у начальника комплекса в присутствии сотрудников штаба комплекса, руководителей строительных и монтажных организаций, представителей заказчика.

Существенное сокращение доли ручного труда и повышение эффективности строительства было достигнуто за счет осуществления ряда мероприятий по техническому прогрессу в строительстве:

- широкое применение прогрессивных конструкций из сборного железобетона и металла позволило на заводах-изготовителях укрупнить отгрузочные элементы, а также осуществить прогрессивные технологии безвыверочного монтажа;
- применение при производстве работ передовой технологии, индустриальных методов ведения работ с максимальным использованием средств механизации дало возможность производить монтаж конструкций укрупненными блоками, на отдельных работах осуществить 100%-ную механизацию транспортировки материалов на рабочее место и т.д.;
- разработка и внедрение планов научной организации труда также позволила значительно сократить трудовые затраты и сроки производства работ, повысить качество их выполнения, улучшить

условия и облегчить труд рабочих, снизить себестоимость строительства.

На пути к созданию комплекса возникает много препятствий: по тем или иным причинам либо не удастся добиться выполнения требований, либо сроки выполнения отдельных этапов работ начинают возрастать. Устранить все препятствия, помехи и случайности призвано управление разработками комплекса.

Организация работ не должна быть, как принято говорить, «жесткой», то есть неизменной. Должна быть предусмотрена возможность корректировки, маневра, усиления слабых мест.

Практически все системы, созданные человеком, управляемые. Очевидно, что без управления невозможно создать организованную систему. Чем больше система, чем выше ее организация, тем лучше должно быть управление. Комплексам должно быть свойственно хорошее, четкое и надежное управление, нацеленное на получение высоких конечных результатов во всех условиях, в том числе и неблагоприятных. Роль человека в управлении комплексами совсем иная, чем в «обычных» системах, – значительно более высокая.

Поскольку комплекс состоит из большого числа систем, необходимо управлять всеми компонентами, всеми взаимосвязями.

Можно выделить типичные цели управления: осуществление выбранной программы, соблюдение нормального текущего состояния системы, смена программы при изменении условий и принятие экстренных мер при возникновении опасной ситуации.

Для осуществления управления нужно знать, каково истинное состояние, с тем чтобы действовать в правильном направлении. Очевидно, что управлять вслепую, не располагая информацией, нельзя.

Чем бы ни вызывалось усложнение системы, в конечном счете это влечет за собой совершенствование управления.

Из сказанного вырисовывается следующая общая структура управления, являющаяся частью системы более высокого уровня (объекта управления).

1. Необходимо иметь четкую цель, определенный конечный результат, который должен быть достигнут благодаря управлению.

2. В системе должен быть «блок», осуществляющий управление.

3. Необходимо иметь «блоки» для осуществления управляющих воздействий.

4. Необходимо управлять также многочисленными агрегатами, входящими в состав объекта как сложной системы. Следовательно, должна иметь место определенная иерархия управления.

5. Должна поступать информация о результатах управления.

6. Должна быть предусмотрена возможность воздействия на резервные агрегаты. Значит, такие агрегаты должны быть в составе объекта.

Управление проводится в соответствии с некоторой программой, подготовленной до начала процесса, либо сформированной во время процесса.

Следовательно, в структуре должен быть «блок», определяющий программу и корректирующий ее в дальнейшем.

При строительстве комплексов на НТМК в значительной степени был реализован комплексный подход к управлению, в соответствии с которым вся совокупность работ, обеспечивающих достижение конечной цели, рассматривалась не с позиций установившейся иерархии подчинения, а с позиции достижения именно этой цели. Управление сооружением комплексов было полностью нацелено на решение конкретной задачи- обеспечение создания и ввода комплекса в эксплуатацию в минимально короткие сроки с требуемым качеством.

Ввиду сложности и обширности комплексов с целью руководства строительством в обоих случаях было создано несколько подкомплексов и техническая служба, возглавляемые заместителями начальника строительства комплекса. Для координации работ значительного числа организаций-участников был создан штаб комплекса. Управление ходом строительства, а также координация работ строительных и монтажных управлений осуществлялась на основе директивного и пообъектных сетевых графиков. Для обеспечения непрерывной работы принимались меры по оказанию дополнительной помощи строительным и монтажным организациям: выделение ассигнований для увеличения численности группы пускового комплекса треста «Тагилстрой», увеличение фонда заработной платы. Оперативное руководство, позволяющее вовремя реагировать на возникающие по ходу строительства трудности, осуществлялось созданными при штабе комплекса службами: группами проектировщиков, сетевого планирования, диспетчерской, связи и др.

Схема организации управления строительством комплекса доменной печи приведена на рисунке.

Еще одна новая особенность заключается в том, что существенно быстрее протекают процессы в самих системах. В них теперь вовлечены значительно большие материальные массы и объемы, большие мощности, чем когда-либо раньше. А это, естественно, потребовало увеличения быстродействия управления, еще большей точности.

Таким образом, только четкая организация позволяет правильно распределить усилия, обеспечить достижение поставленных целей в заданные сроки. Управление же позволяет вовремя справиться с возникающими трудностями, парировать возмущения и случайные факторы.

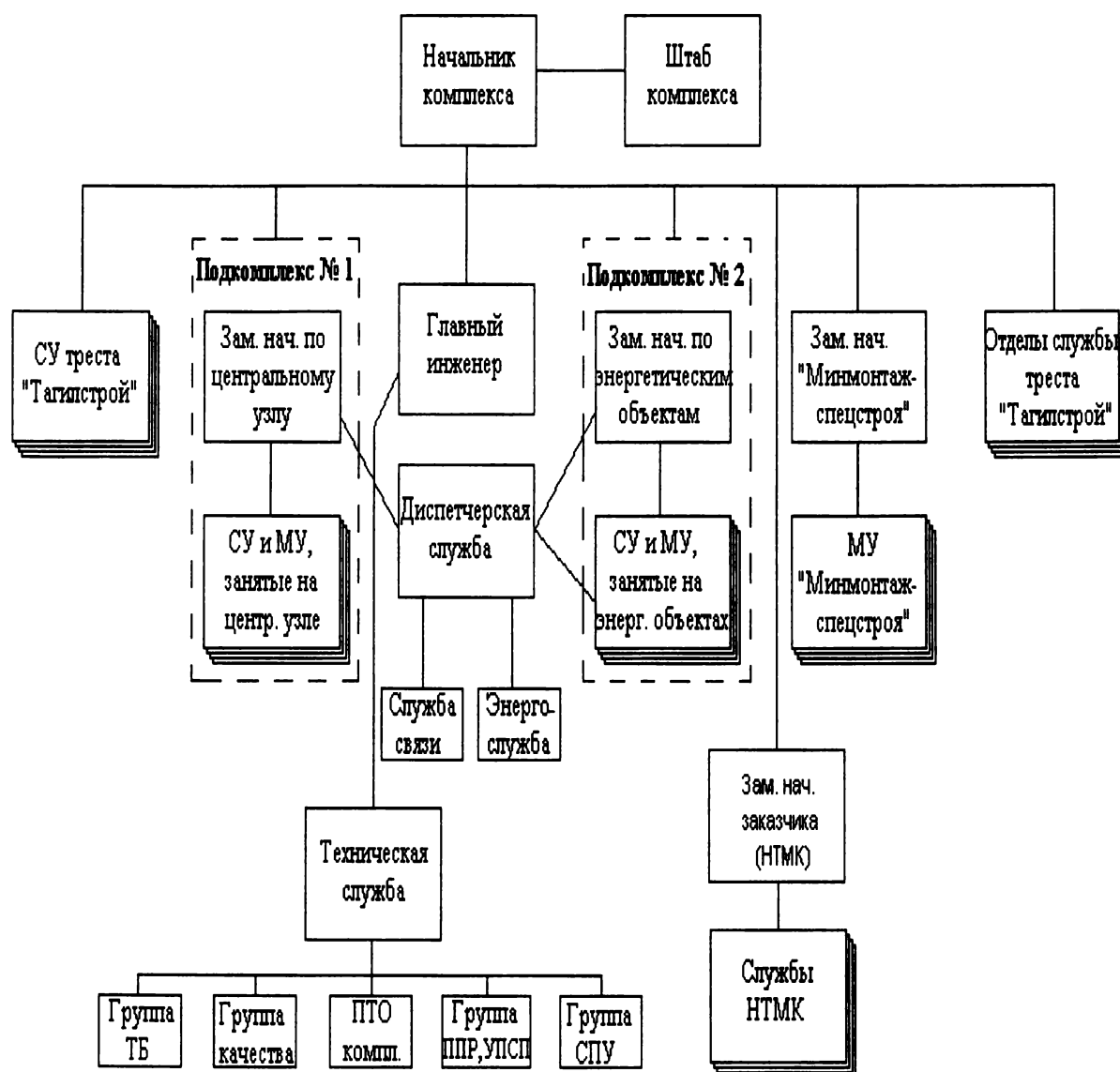


Схема организации управления строительством комплекса доменной печи

Можно сказать, что завершение строительства комплексов на НТМК в короткие сроки, с высоким качеством СМР во многом явилось следствием системного подхода к управлению и организации производства. Сооружение комплексов осуществлялось на принципах, которые лежат в основе современного проектного подхода к управлению, поскольку организация и управление строительством ориентировались на решение конкретной задачи, для чего были привлечены силы множества строительных и монтажных организаций самых разных министерств и ведомств. Рациональное объединение их усилий и координация их действий в конечном итоге и определили успех всего дела.